

DESHIDRATACIÓN, HIPONATREMIA Y OTRAS ALTERACIONES BIOQUÍMICAS EN UN GRUPO DE CORREDORES DE DUATLÓN

LOMBÁN VERÓNICA, LOFRANO HEBE

Departamento de Biología, Bioquímica y Farmacia. Carrera de Medicina. Universidad Nacional del Sur. Bahía Blanca. Argentina.

RESUMEN

En los últimos años ha habido un interés creciente en estudiar las alteraciones del organismo durante y después de un Ejercicio Extenuante Prolongado (EEP), ejercicio intenso de más de una hora de duración, como los son competencias como maratones, triatlones o duatlones. Los entrenadores y fisiólogos se preocupan por determinar aquellas perturbaciones en los parámetros que pudiesen afectar el rendimiento de los deportistas, aunque muchas veces son de interés desde el punto de vista de la salud de los corredores. **Objetivo:** Evaluar la condición previa y post carrera de un grupo de atletas participantes en un duatlón (5 km de pedestrisimo, 40 de ciclismo y 5 km finales de pedestrisimo), evaluando indicadores que se relacionan con

las posibles causas de colapso y/o abandono de los corredores durante las competencias. **Materiales y Métodos:** Se evaluaron 23 corredores (21 varones y 2 mujeres), sobre un total de 45 corredores (41 varones y 4 mujeres), al inicio y al finalizar la carrera, determinándose altura, peso inicial y final, temperatura timpánica inicial y final, leucocitos en sangre inicial y final, porcentaje de neutrófilos en sangre inicial y final, hematocrito inicial y final, glucemia inicial y final, uremia inicial y final, natriemias inicial y final. **Intervención:** ninguna. **Discusión:** Dada la diversidad de respuestas individuales y condiciones ambientales que influyen sobre los corredores, tanto los médicos involucrados como los organizadores de eventos y los atletas deberían estar prevenidos acerca de las posibles situaciones que pueden

generar la necesidad de asistencia médica durante o después de un evento de EEP, para poder intervenir en forma apropiada.

Palabras Claves: Ejercicio Extenuante Prolongado, Deshidratación, Hiponatremia, Colapso.

ABSTRACT

In the last few years, there has been a growing interest in the study of body changes during and after Prolonged Exerting Exercise -i.e. intense physical exercise lasting more than an hour, such as those competitions known as marathons, triathlons, or duathlons. Both trainers and physical therapists show concern to determine those disorders in the parameters that could affect the sportspersons' performance, although many times these are closely related to the health of the runners. **Objective:** To assess the pre- and post- race conditions of a group of athletes taking part in a duathlon - 3.1 miles running, 24.85 miles cycling, and the last 3.1 miles

Correspondencia:

Bioquímica Verónica Lomban.
Universidad Nacional del Sur. (8000) Bahía Blanca. Argentina.
E-mail: verolomban@hotmail.com

Recibido: Diciembre de 2005
Aceptado: Febrero de 2006

running again- by measuring the indicators related to the possible causes of collapse and/or abandonment of runners during the competitions. **Materials and Methods:** 23 runners (21 males and 2 females), over a total of 45 runners (41 males and 4 females), were assessed at the beginning and ending of the race. The following variables were determined: height, initial and final weight, initial and final tympanic temperature, initial and final blood leukocyte count, initial and final percentage of blood neutrophiles, initial and final red blood cell count, initial and final glycemia, initial and final uremia, and initial and final natremia. **Intervention:** none. **Discussion:** Given the diversity of individual responses and environmental conditions that influenced runners, physicians, event organizers, and athletes should all be made aware of the possible situations that may create the need for medical assistance during or after a Prolonged Extenuating Exercise event for an adequate intervention.

Key words: Prolonged Extenuating Exercise, Dehydration, Hyponatremia, Collapse

INTRODUCCIÓN

En los últimos años ha crecido el interés por evaluar las alteraciones de parámetros bioquímicos durante y después de los Ejercicios Extenuantes Prolongados, sobre todo en atletas de alto rendimiento, con fines de optimizar su performance y recuperación (1,2). No han sido tan bien estudiados los atletas amateurs que participan en estas competencias, aunque representan a la mayoría de los corredores

y su número aumenta año a año. Los estudios que se han realizado sobre esta última población arrojaron resultados muy importantes que han llevado a cambiar las recomendaciones sobre hidratación para los deportistas, médicos y organizadores de eventos (3-6). Algunas de estas alteraciones no solamente comprometen el rendimiento de los atletas sino que pueden llegar a ser importantes desde el punto de vista del cuidado de la salud (7). Una de las principales alteraciones, y que suelen llevar a los corredores a requerir asistencia médica, es la deshidratación, y, sobre todo, la hiponatremia. Estas situaciones, junto con el golpe de calor y la hipoglucemia (en menor proporción) constituyen las causas del colapso de corredores o el abandono de la competencia y pueden generar verdaderas emergencias médicas. Hay que destacar que la mayoría de los colapsos que se producen en los atletas al finalizar la carrera (precisamente al atravesar la línea de meta), son debido a la hipotensión ortostática que se produce al interrumpir de golpe la actividad. Esta es una situación benigna que se revierte fácilmente. Distintas son las causas de colapso o generadoras de abandono durante la carrera (8). Tradicionalmente se adjudicó a la deshidratación (pérdida de fluidos que se puede evaluar con la variación del peso corporal) la causa de la mayor parte de los requerimientos de asistencia médica. Esta es la causa predominante entre los atletas punteros, junto con el golpe de calor debido a la alta intensidad a la cual realizan el ejercicio sumado a la escasa ingesta de fluidos. La

hiponatremia aumenta entre los atletas más rezagados, quienes se ejercitan a un ritmo menor y tienden a incorporar mayor cantidad de líquido (especialmente las mujeres). Con un 2% de pérdida de peso corporal empeora la respuesta cardiovascular y termorregulatoria y se reduce la capacidad de realizar ejercicio. Las actividades aeróbicas que impliquen una pérdida de peso entre 4 a 5% por efecto de la deshidratación, se ven reducidas entre un 20 y un 30 %. Una pérdida de agua entre 9% y 12% del peso corporal, puede provocar la muerte (9,10). La ocurrencia de Hiponatremia ha sido reportada en atletas durante esfuerzos físicos extraordinarios como maratones (4), pudiendo llegar a ser severa. Dentro de estos esfuerzos extraordinarios se encuentran los triatlones de distancia Ironman y medio Ironman, donde distintos estudios (intervencionistas y no), mostraron la ocurrencia de hiponatremia (9-13,15-17); aunque también han sido reportados casos en eventos de menor duración pero en condiciones ambientales de calor y humedad, incluso en un triatlón Short (1,7) (Bergeon, observaciones no publicadas). El mecanismo preciso que produce la hiponatremia no está perfectamente definido, y parece ser una combinación de situaciones individuales y ambientales, pero en los EEP parecería que se origina por una pérdida de sudor profusa que coincide con la ingesta repetida de líquidos con poca cantidad de Sodio o sin Sodio (como el agua) durante varias horas (1,4,7,10,15-17). El descenso del Sodio en el líquido extracelular arrastra agua hacia el compartimento intracelu-

lar hecho asociado a las complicaciones neurológicas. Los síntomas de hiponatremia dependen de la severidad en cuanto al déficit de Sodio. Los valores séricos de referencia varían en un rango entre 135 y 145 mEq/L. La hiponatremia se define como una concentración de Sodio menor a 135 mEq/L, pudiéndose graduar como: Leve (Sodio=131-134 mEq/L): generalmente asintomática; Moderada (Sodio=126-130 mEq/L): puede generar malestar, náusea, fatiga, confusión; Severa: (Sodio <126 mEq/L), puede causar convulsiones, coma y hasta muerte por edema cerebral (18). Otra causa de colapso de los deportistas es la hipoglucemia, si bien no es tan frecuente como la deshidratación y/o la hiponatremia, puede generar alteraciones muy importantes en el nivel de conciencia y llevar hasta el coma, pudiendo ser rápidamente contrarrestado por la administración de glucosa oral o intravenosa (19).

MATERIALES Y MÉTODOS

Se realizaron extracciones sanguíneas y mediciones de peso y altura a 23 atletas, 21 varones y 2 mujeres, participantes de la Tercer fecha del Torneo regional de Duatlón 2005, Bahía Blanca. Los duatlones y triatlones forman parte de pruebas que se denominan eventos combinados y se clasifican según las distancias a cubrir en cada disciplina. En los duatlones se realiza una carrera a pie, un tramo de ciclismo y nuevamente un tramo a pie (en este orden); en los triatlones se realizan sucesivamente un tramo de natación, un recorrido de ciclismo y un tramo final a pie. Los triatlones se pueden cla-

sificar en «Short» (750 m. de nado, 20 km de ciclismo y 5 km a pie), «Olímpico» (1500m-40km-10km respectivamente), «Medio Ironman» (1900 m-90km-21km, respectivamente) y «Ironman» (3800m-180km-42km respectivamente).

Los corredores fueron informados previamente sobre las características del estudio y reclutados en forma voluntaria. No se realizó ningún tipo de intervención, por lo que los corredores se hidrataron ad libitum durante el evento, en dos puestos de hidratación por los cuales pasaban dos veces en cada manga a pie; además de los fluidos que pudiesen llevar en sus bicicletas. La temperatura ambiente fue de 24°C con un 30% de humedad y condiciones ventosas (más de 30 km/hora). Las mediciones de peso y altura y las extracciones sanguíneas fueron efectuadas por un mismo operador, dentro de la media hora anterior al comienzo de la carrera e inmediatamente luego de la llegada. El peso y la altura se midieron con una balanza C.A.M. Las extracciones fueron realizadas con aguja N°21/1 y jeringa de 5ml. Con el corredor cómodamente sentado debajo de una sombrilla ubicada adyacente al Parque cerrado. Las muestras fueron recogidas en tubos Vacutainer con EDTA, Fluoruro de Na y Gel separador de coágulo. Además, se realizó un extendido de punta de aguja de cada muestra. No se utilizaron muestras hemolizadas. Se separó el paquete globular del suero y plasma con Fluoruro de Na dentro de media hora de extracción a 2500 rpm. se colocó el suero y el plasma en tubos Eppendorf debidamente rotulados. Los tubos con

EDTA se procesaron en el día efectuándose Hematocrito con Micrométodo y recuento leucocitario en cámara de Neubauer. Los extendidos fueron coloreados con May Gûnwald Giemsa y un operador entrenado realizó las fórmulas leucocitarias porcentuales. Los plasmas con fluoruro de Na se utilizaron para determinar Glucosa por el método de la Glucosa-Oxidasa-Peroxi-dasa. El reactivo utilizado fue marca Wiener. Los sueros se utilizaron para determinar urea y sodio. La Urea se determinó por método colorimétrico de punto final 2R de Wiener. Las lecturas se realizaron en un espectrofotómetro Metrolab 330. El Sodio se midió por método potenciométrico en Analizador ISE de Abbot. Previo a la extracción se interrogó a cada corredor acerca de antecedentes de patologías e ingesta de medicamentos. Posterior a la extracción se registró la posición final de la carrera. El análisis estadístico de los datos se realizó utilizando el software SPSS, para Windows 98.

RESULTADOS

El IMC promedio de los 23 corredores estudiados fue 23,3, con una distribución aproximadamente normal (Tabla 1). Considerando un valor aceptable de IMC entre 18 y 25, hubo 5 corredores que se encontraron por encima de 25. La distribución de la edad fue aproximadamente normal, Rango de 20 a 58 años, con una Media de 37,8 años variando entre 34,1 y 41,4 años; Intervalo de Confianza del 95%.

Descriptivas de variables bioquímicas al inicio

Las distribuciones de todas las variables bioquímicas fue-

ron aproximadamente normales (Tabla 2). Ningún corredor presentó leucopenia, leucocitosis, neutropenia o neutrofilia. Cuatro corredores (17,3%) presentaron un valor de uremia superior al valor de referencia en ayunas (0.45 g/L). Con respecto al Hematocrito, se presentan los valores correspondientes a los varones. Las mujeres presentaron valores de 39% y 35% (esta última atleta tomaba medicación para el hipotiroidismo). Todos los valores de Glucemia iniciales fueron normales (Glucemia ocasional < 1,40 g/L). La variación Absoluta de peso en kilogramos (Diferencia de Peso) y Relativa (% Variación de Peso) fueron evaluadas para cada corredor. La distribución de la Variación Relativa de Peso fue normal (Figuras 1 y 2). La Variación Relativa del peso mostró deshidratación en todos los casos, con un Rango entre el 1,5% y el 5%. La Media fue 2,9%, con un Intervalo de Confianza del 95% entre 2,6 y 3,4%, lo cual indicó niveles moderados y severos de deshidratación. Como indicadores bioquímicos de hemoconcentración (asumiendo función renal conservada), se evaluaron el Hematocrito y la Uremia, los cuales mostraron una alta correlación lineal ($p < 0.001$) (Figura 3).

Nueve corredores (39,1%) presentaron deshidratación leve a moderada con normonatremia. Once corredores (47,8%) presentaron deshidratación leve a moderada con hiponatremia leve a moderada; dos de los cuales (8,7%) presentaron valores de Sodio limitantes con una hiponatremia severa. Dos corredores (8,7%) presentaron deshidratación severa con normonatremia. Un corredor (4,3%) presentó des-

n=23	23
Media	24.3
Mediana	24
Desv. Est.	2.2

Tabla 1. Índice de Masa Corporal.

	Leucocitos /mm ³ n=23	Neutrófilos % n=23	Uremia g/L n=23	Hematocrito % n=21	Glucemia g/L n=23	Natremia mEq/L n=23
Media	5800	60.3	0.41	42.6	0.87	138.4
Mediana	5400	60	0.41	42	0.84	138
Desv.Est.	1635	5.5	0.07	2.9	0.11	2.9
Mínimo	3800	52	0.29	37	0.71	135
Máximo	9800	70	0.52	47	1.09	145

Tabla 2. Parámetros Bioquímicos y Hematológicos.

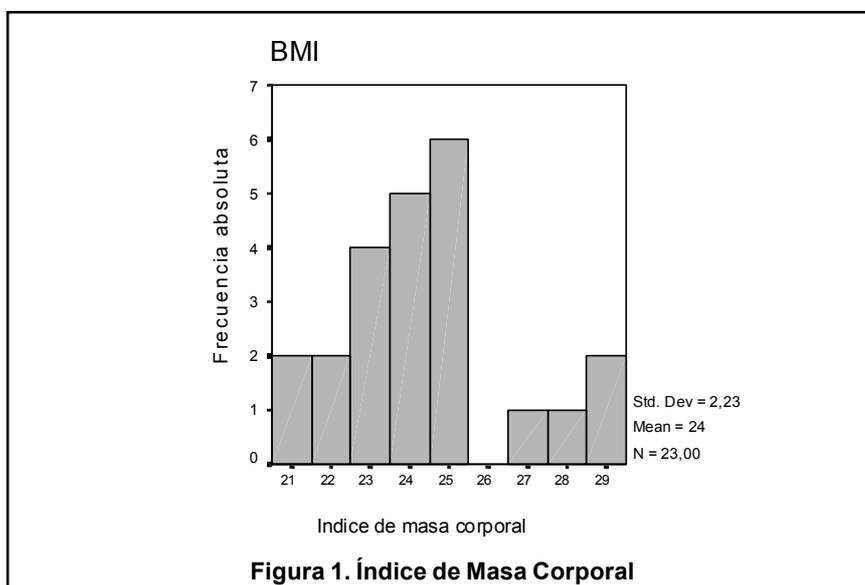


Figura 1. Índice de Masa Corporal

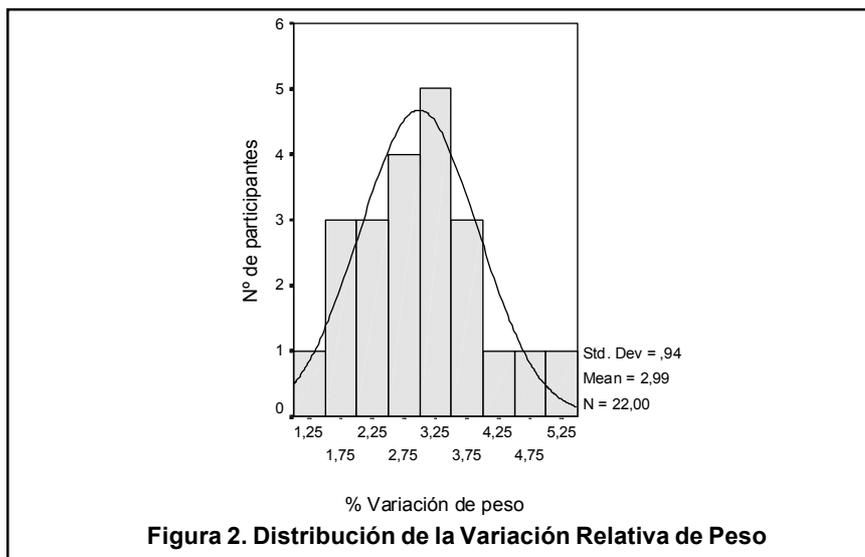


Figura 2. Distribución de la Variación Relativa de Peso

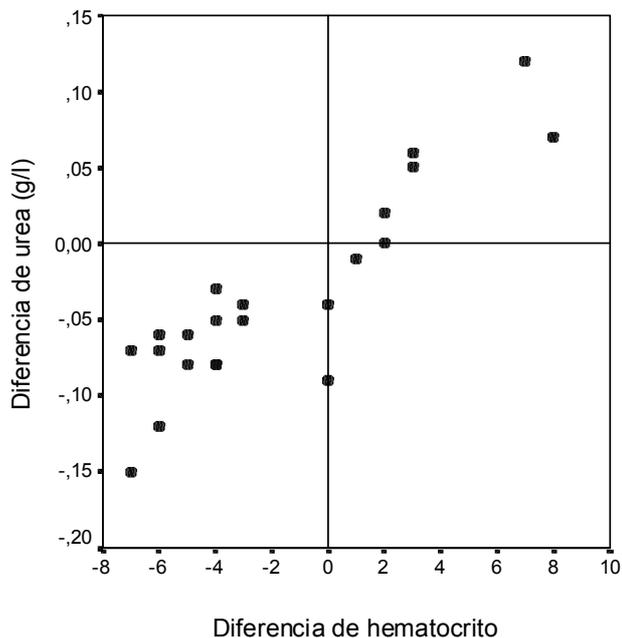


Figura 3. Indicadores bioquímicos de Hemoconcentración

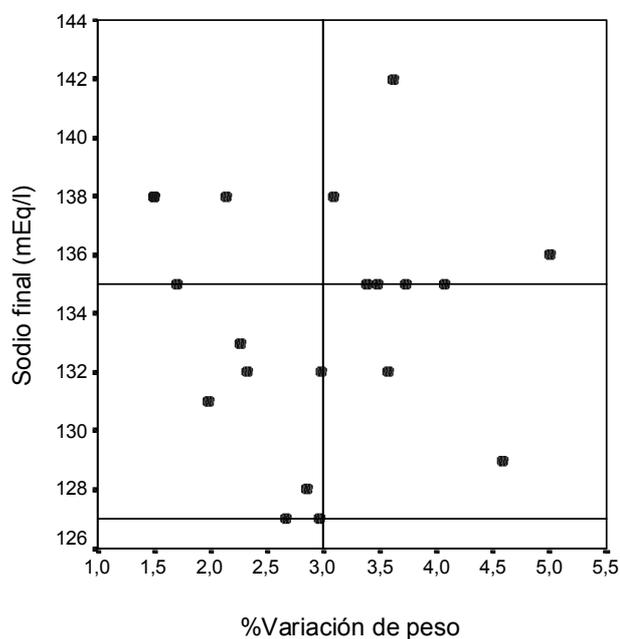


Figura 4. Relación entre las variaciones de Peso Corporal y los Niveles de Sodio

hidratación severa con hiponatremia leve a moderada. (Figura 4). Los niveles de Glucemia fueron normales para todos los corredores, tanto al iniciar como al finalizar la carrera, aunque se observó un descenso relativo final (Figura 5).

DISCUSION

Las alteraciones de los parámetros medidos fueron divergentes en los distintos corredores. Si bien hubo una deshidratación marcada en todos ellos, algunos mostraron distintos grados de deshidratación con hiponatremia o normonatremia. Cabría analizar en trabajos posteriores este comportamiento según los grupos de llegada categorizados por tiempo total de carrera.

Considerando un valor aceptable de IMC entre 18 y 25, hubo 5 corredores que se encontraron por encima de 25 mostrando sobrepeso. El valor de Hematocrito de cuatro corredores varones se encontró por debajo de 40%, considerándose bajo para varones deportistas. Si bien no hubieron casos de hipoglucemia al finalizar el evento, los valores finales alcanzados fueron insuficientes para sostener un ejercicio intenso.

CONCLUSIONES

Dada la diversidad de respuestas individuales y condiciones ambientales que influyen sobre los corredores, tanto los médicos involucrados como los organizadores de eventos e incluso los mismos atletas deberían estar prevenidos acerca de las posibles situaciones que pueden generar la necesidad de asis-

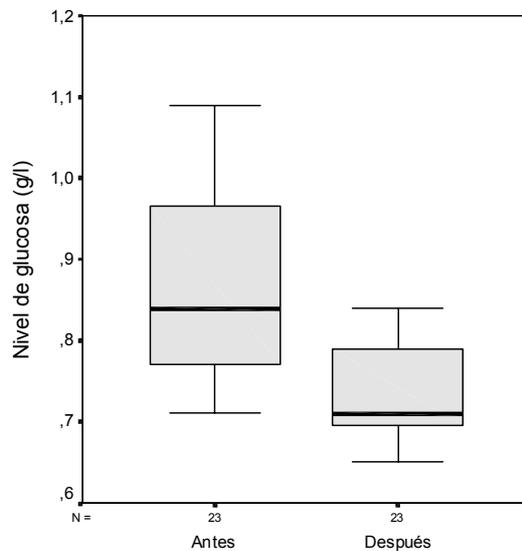


Figura 5. Grafico de Caja y Líneas mostrando los cambios de Glucemia antes y después de la competencia.

tencia médica durante o después de un evento de EEP, para poder intervenir en forma apropiada.

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos el asesoramiento estadístico de la Mg. Loreto Yañez y la Lic. Gabriela Serralunga de la Cátedra de Estadística del Departamento de Matemática de la Universidad Nacional del Sur, Bahía Blanca.

BIBLIOGRAFÍA

1. Speedy Dale B, Noakes Timothy D, Rogers Ian R MBBS et al. A Prospective Study of Exercise-Associated Hyponatremia in Two Ultradistance Triathletes. *Clinical Journal of Sport Medicine*. 2000; 10:136-41.
2. Armstrong Lawrence E. Department of Sport, Leisure, and Exercise Science University of Connecticut Storrs, CT 06269-1110 USA Sodium Intake: Im-

3. Armstrong LE, Maresh CM, Gabaree CV et al. Thermal and circulatory responses during exercise: effects of hypohydration, dehydration, and water intake. *Journal of Applied Physiology* 1997; 82: 2028-35.
4. Janssen GM, Degenaar CP, Menheere PP, et al. Plasma urea, creatinine, uric acid, albumin, and total protein concentrations before and after 15-25-, and 42-km contests. *Int J Sports Med* 1989;10(3):S132-8.
5. Speedy DB, Noakes TD, Rogers IR, et al. Hyponatremia in ultradistance triathletes. Response to a fluid load in athletes with a history of exercise induced hyponatremia. *Med Sci Sports Exerc* 1999;31:809-15.
6. Warburton et al. Biochemical changes as a result of prolonged strenuous exercise. *Br J Sports Med* 2002;36:301-303.
7. Adroque HJ, Madias MD. Hyponatremia. *N Engl J Med* 2000;342:1581-9.

8. Noakes TD. The hyponatremia of exercise. *Int J Sport Nutr* 1992;2:205-28.
9. Noakes TD, Sharwood K, Collins M, Perkins DR. The dipomania of great distance: water intoxication in an Ironman triathlete. *Br J Sports Med* 2004;38(4):E16.
10. Noakes TD, Goodwin N, Rayner BL, et al. Water intoxication: a possible complication during endurance exercise. *Med Sci Sports Exerc* 1985;17:370-5.
11. Almond Christopher, Andrew Y Shin Elizabeth B, Fortescue MD et al. Hyponatremia among Runners in the Boston Marathon. *The New England Journal of Sports Medicine* 2005; 352:1550-6.
12. American College of Sports Medicine (1996). Position stand on exercise and fluid replacement. *Med. Sci. Sports Exerc.* 28: i-vii. *Sports Science Exchange* 2004; VOLUME 17, Number 4.
13. Bergeron MF. Sodio: el Nutriente Olvidado. *Sports Science Exchange* 95 2000; 78 (3).
14. Noakes TD, Norman RJ, Buck RH, et al. The incidence of hyponatremia during prolonged ultraendurance exercise. *Med Sci Sports Exerc* 1990;22:165-70.
15. Hiller WD. Dehydration and hyponatremia during triathlons. *Med Sci Sports Exerc* 1989;21:S219-21.
16. Sallis Robert. Collapse in the Endurance Athlete. *Br J Sports Med* 2002; 36:301-3.
17. Chevront SN, Haymes EM. Thermoregulation and marathon running: biological and environmental influences. *Sports Med*. 2001;31:743-62.
18. Vrijens LB, Rehrer NJ. Sodium-free fluid ingestion decreases plasma sodium during exercise in the heat. *J Appl Physiol* 1999; 86:1847-51.
19. Wilmore JH. & Costill DL. *Fisiología del Esfuerzo y del Deporte*. Paidotribo 1999.